

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-151407

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/20
G02F 1/1368
G03F 1/08
G03F 7/20
H01L 21/268
H01L 21/027
H01L 29/786
H01L 21/336

(21)Application number : 2000-343295

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.11.2000

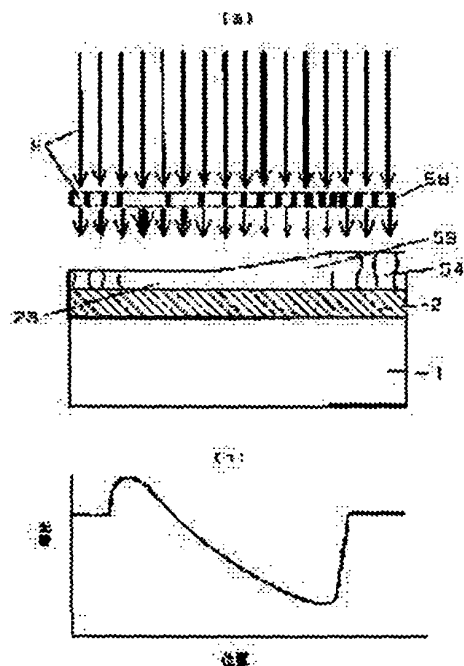
(72)Inventor : NISHITANI TERU
YAMAMOTO MUTSUMI

(54) ALIGNER, SEMICONDUCTOR THIN FILM, THIN-FILM TRANSISTOR, LIQUID CRYSTAL DISPLAY, EL DISPLAY, AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a TFT semiconductor film which can solve problems with a small mobility and much deteriorated TFT due to a manufactured silicon thin film of polycrystalline structure and small crystal grain diameters in a crystallization step (1), and with large variations in the film thickness and crystal grain diameter when the film is manufactured with a single pulse since a laser for use in crystallization is a pulse laser and a laser intensity for each pulse varies (2).

SOLUTION: By a crystallization method for irradiating a laser beam onto an amorphous semiconductor film having a film thickness distribution with a smooth step, and by a crystallization method for irradiating a laser beam having a light quantity distribution onto an amorphous semiconductor film having a film thickness distribution, a large-grain-diametered semiconductor crystal is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3344418

[Date of registration]

30.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(書誌+要約+請求の範囲)

(7)
松田 豊

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】公開特許公報(A)

(11)【公開番号】特開2002-151407(P2002-151407A)

(43)【公開日】平成14年5月24日(2002.5.24)

(54)【発明の名称】露光装置、半導体薄膜、薄膜トランジスタ、液晶表示装置、EL表示装置およびその製造方法

(51)【国際特許分類第7版】

H01L 21/20

G02F 1/1368

G03F 1/08

7/20 501

505

H01L 21/268

21/027

29/786

21/336

【FI】

H01L 21/20

G02F 1/1368

G03F 1/08 G

7/20 501

505

H01L 21/268 G

21/30 502 P

514 C

570

29/78 618 C

627 G

627 C

【審査請求】有

【請求項の数】30

【出願形態】OL

【全頁数】24

(21)【出願番号】特願2000-343295(P2000-343295)

(22)【出願日】平成12年11月10日(2000.11.10)

(71)【出願人】

【識別番号】000005821

【氏名又は名称】松下電器産業株式会社

【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地

(72)【発明者】

【氏名】西谷 輝

【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】山本 睦

【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(74)【代理人】

【識別番号】100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】岩橋 文雄 (外2名)

【テーマコード(参考)】

2H092

2H095

2H097

5F046

5F052

5F110

【Fターム(参考)】

2H092 JA24 JA29 KA04 KA07 MA08 MA14 MA15 MA16 MA18 MA29 MA30 NA22 NA24

2H095 BA06 BB02 BC09

2H097 BA02 BA06 BB01 CA17 JA02 JA03 LA10 LA12 LA17

5F046 AA17 AA28 CA04 CB17 DA14

5F052 AA02 BB07 CA04 CA10 DA02 DB02 DB03 DB07 FA01 FA07 JA01

5F110 AA30 BB02 BB04 CC02 DD01 DD02 DD12 DD13 DD14 EE03 EE06 EE44 FF02 FF23 FF25 FF29 FF30

FF31 FF32 GG02 GG13 GG22 GG25 GG43 GG45 GG47 HJ12 HJ23 HL03 HL04 HL06 HL07 HL08 HL23 HM15

NN22 NN23 NN24 NN35 PP03 PP04 PP05 PP29 PP35 QQ02 QQ11

(57)【要約】

【課題】 従来のTFT半導体膜の製造方法には、その結晶化工程において、(1)作製さ

れるシリコン薄膜が、多結晶であり結晶粒径が小さいことから、移動度が小さく、また、TFTの劣化が大きい、(2) 結晶化に用いるレーザはパルスレーザであり、パルス毎のレーザ強度にバラツキがあり、単パルスで作製した場合、結晶の膜質や結晶粒径にバラツキが生じる、という課題があった。

【解決手段】 段差部がなだらかな膜厚分布のある非晶質半導体膜にレーザ光を照射する結晶化方法、および膜厚分布のある非晶質半導体膜に、光量分布を有するレーザ光を照射する結晶化方法とすることにより、大粒径半導体結晶を形成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 感光レジストに対することを特徴とする露光と、非晶質半導体に対する溶融結晶化が同一装置で行うことが可能であることを特徴とする露光装置。

【請求項2】 波長が500nm以下のレーザ光を光源とすることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 少なくとも、基板上に非結晶質半導体膜を成膜する工程と基板に強光またはレーザ光を照射する工程とによって形成される半導体薄膜であって、非結晶質半導体膜の膜厚が部分的に異なることを特徴とすることを特徴とする半導体薄膜。

【請求項4】 請求項3に記載の半導体薄膜であって、非結晶質半導体膜の膜厚が厚い部分の少なくとも一部に頂点となる部分が存在する、あるいは、膜厚が薄い部分の少なくとも一部に最も薄い点が存在することを特徴とする半導体薄膜。

【請求項5】 請求項3に記載の半導体薄膜であって、非結晶質半導体膜の膜厚が厚い部分の形状が少なくとも一部に尖った形状を有することを特徴とすることを特徴とする半導体薄膜。

【請求項6】 請求項3から5のいずれかに記載の半導体薄膜であって、非結晶質半導体膜の段差部分がテーパー形状であり、段差部分の長さが0.5 μ m以上であることを特徴とすることを特徴とする半導体薄膜。

【請求項7】 請求項3から6のいずれかに記載の半導体薄膜を製造する方法であって、非結晶質半導体膜表面に、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層部を設け、その上からドライエッチング法によりエッチングすることで、前記非結晶質半導体膜表面に複数の凹凸部分を形成することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

【請求項8】 感光レジスト層をコートし、露光・現像・剥離し、帯状、方形あるいはそれに類似のレジストパターンを形成後、前記感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力を利用して、なだらかな段差部を有するレジストパターンを形成することを特徴とする請求項7に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項9】 感光レジスト層をコートし、露光・現像・剥離し、円形あるいはそれに類似

のレジストパターンを形成後、前記感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力を利用して、球面状の凸部を有するレジストパターンを形成することを特徴とする請求項 7 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 10】感光レジスト層をコートし、露光・現像・剥離し、形状が少なくとも一部に尖った形状、たとえばひし形あるいはそれに類似の形状のレジストパターンを形成後、前記感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力を利用して、球面状の凸部を有するレジストパターン形成することを特徴とする請求項 7 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 11】照射光の位相を変化させる露光マスク、たとえば部分的に厚さが異なる光透過性の膜および板を用いて、感光レジストを露光し、現像することにより、膜厚差を有するレジスト膜を形成し、その上から、エッチングすることにより、膜厚差のある半導体薄膜を形成することを特徴とする請求項 7 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 12】感光レジストに対して露光する工程で、照射光のピントがずれるように光路を設計した露光器を用いて、感光レジストを露光し、現像することにより、膜厚差を有するレジスト膜を形成し、その上から、エッチングすることにより、膜厚差のある半導体薄膜を形成することを特徴とする請求項 7 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 13】感光レジストに対して露光する工程で、開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いて、感光レジストを露光し、現像することにより、膜厚差を有するレジスト膜を形成し、その上から、エッチングすることにより、膜厚差のある半導体薄膜を形成することを特徴とする請求項 7 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 14】膜厚が部分的に異なる非結晶質半導体膜に対し、膜厚が変化している部分に対し、部分的に異なる光量の強光またはレーザー光を照射して、結晶化する半導体薄膜の製造方法。

【請求項 15】開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いて、部分的に異なる光量の強光またはレーザー光を照射することを特徴とする請求項 14 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 16】照射光の位相を変化させる露光マスクを用いて、部分的に異なる光量の強光またはレーザー光を照射することを特徴とする請求項 14 に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 17】感光レジストに照射する工程で用いる露光マスクと半導体膜結晶化の工程で用いる露光マスクが同一または、近い光量分布を有することを特徴とする請求項 14 から 16 のいずれかに記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 18】感光レジストに照射する工程で用いる露光マスクと半導体膜結晶化の工程で用いる露光マスクが強弱が反対の光量分布を有することを特徴とする請求項 14 から 16 のいずれかに記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項 19】ひし形あるいは円形状または類似の形状の膜厚が厚い部分を有する非晶質半導体膜に対して、帯状に光量強度分布を有する強光またはレーザー光を照射することによ

り、結晶質半導体膜を作成することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

【請求項 20】半導体層内の膜厚が部分的に異なることを特徴とすることを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項 21】半導体層内のチャネルが形成される領域の半導体膜厚が部分的に異なることを特徴とすることを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項 22】請求項 20 または 21 に記載の薄膜トランジスタであって、半導体膜の段差部分がテーパー形状であり、段差部分の長さが $0.5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とすることを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項 23】請求項 20 または 21 に記載の薄膜トランジスタであって、半導体膜の膜厚が厚い部分の少なくとも一部に頂点となる部分が存在するあるいは半導体膜の膜厚が薄い部分の少なくとも一部に最も薄い点が存在することを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項 24】請求項 20 または 21 に記載の薄膜トランジスタであって、半導体膜の膜厚が厚い部分の形状が少なくとも一部に尖った形状を有する、たとえばひし形であることを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項 25】請求項 7 から 19 のいずれかに記載の半導体薄膜の製造方法を用いることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 26】非結晶質半導体膜表面に、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層部を設け、その上からドライエッチング法によりエッチングすることで、上記非結晶質半導体膜表面に複数の凹凸部分を形成し、同時に、半導体薄膜にフォト工程用のキーパターンを形成することを特徴とする請求項 25 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 27】半導体層内の膜厚が部分的に異なる請求項 20 から 24 のいずれかに記載の薄膜トランジスタを用いることを特徴とすることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 28】請求項 25 または 26 に記載の薄膜トランジスタの製造方法を用いることを特徴とすることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 29】半導体層内の膜厚が部分的に異なる請求項 20 から 24 のいずれかに記載の薄膜トランジスタを用いることを特徴とすることを特徴とする EL 表示装置。

【請求項 30】請求項 25 または 26 に記載の薄膜トランジスタの製造方法を用いることを特徴とすることを特徴とする EL 表示装置の製造方法。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体薄膜、薄膜トランジスタ、液晶表示装置、EL 表示装置とその製造方法、露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜トランジスタ（TFT）の半導体膜の製造方法として、ガラス等の基板に成膜された非結晶質半導体膜（非晶質半導体および微小結晶半導体）に対しレーザ光を照射し、熔融、結晶化させ、結晶質半導体膜（多結晶半導体膜および連続した単結晶半導体膜）を得るレーザアニール法が使用されている。通常、これを結晶化工程と呼ぶ。

【0003】レーザの光源として、アルゴンレーザ、KrFおよびXeClエキシマレーザが一般に使用されている。主に半導体としてSiを用いることと、基板として主にガラスを用い、ガラスの融点以下の温度でプロセスが構成されることから、上記の製造方法で作製するTFTを通常低温ポリSi-TFTと呼ぶ。以下の発明は、GaAs、Ge、SiGe、SiGeC等の半導体薄膜に関しても同様に効果があるが、現在一般的に用いられているシリコン（Si）を中心に説明する。

【0004】現在主に生産されているTFT液晶表示装置では、非晶質Siを半導体層とするTFTが一般的であり、画素を駆動するための回路部分は画面周辺にICチップを取りつける方式を用いている。高特性の低温ポリSi-TFTを用いることにより、ガラス基板上に形成されたTFTを用いて、駆動回路まで作製することができる。低温ポリSi-TFTを用いることにより、通常額縁と呼ばれる液晶表示装置のパネルの外周部分で、画面がない部分を小さくすることや、より高精細なドットピッチの液晶表示装置を作製することができる。また、高特性の低温ポリSi-TFTを用いることにより、ガラス基板上に各種の半導体回路を形成する、システムオンパネル（SOP）が可能となる。また、低温ポリSi-TFTを用いて、エレクトロルミネッセンス（EL）表示素子をスイッチングすることにより、EL表示装置を作製することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の結晶化工程において、以下の課題がある。

1. 作製されるシリコン薄膜が、多結晶であり結晶粒径が小さいことから、移動度が小さく、また、TFTを作製した場合に劣化が大きい。2. 通常結晶化に用いるレーザはパルスレーザであり、パルス毎のレーザ強度にバラツキがあり、単パルスで作製した場合、結晶の膜質や結晶粒径にバラツキが生じる。

【0006】また、TFTとして、低濃度不純物領域（LDD）やオフセット領域とチャネル領域の境目近辺にシリコン結晶の粒界があると、粒界付近に結晶欠陥やダングリングボンドが多く、これらによって、TFTを長時間または多数回スイッチング動作をさせた場合に、劣化を生じる。

【0007】また、TFTのチャネル領域のシリコン結晶の粒径が小さいと、移動度等の特性が悪く、液晶表示装置の画像の精細度が低くなる、あるいはEL表示装置の輝度が低くなる等の課題がある。

【0008】次にTFTあるいは液晶表示装置の製造方法として、シリコン薄膜を比較的大粒径で形成する方法は、種々検討されているが、結晶とTFTパターンとの位置関係を

規定する方法がないので、LDDやオフセットあるいはチャネル領域に粒界の有無が生じたり、粒界の数がTF T毎に差を生じる、あるいは、TF T毎のチャネル領域のシリコン結晶粒径に差を生じ、TF T特性バラツキの要因となっていた。

【0009】また、非晶質シリコンを用いるTF Tと比較して、レーザアニール装置が余分に必要であり、装置コストが高いという課題がある。

【0010】

【課題を解決するための手段】露光装置として、以下の手段をとった。

（請求項1）感光レジストに対する露光と、非晶質半導体に対する熔融結晶化が同一装置で行うことが可能である露光装置とすることにより、レーザアニール装置と露光装置を兼用し、装置コストが低下し、また、同一の露光マスクを利用することが可能となり、位置合わせが容易になった。

（請求項2）請求項1に記載の露光装置の光源として波長が500nm以下のレーザ光を用いることにより、非結晶質半導体膜に対する吸収効率が高まり、半導体膜の結晶性が向上した。また、位相シフト技術による光強度の制御が可能となった。

【0011】半導体薄膜として、以下の手段をとった。

（請求項3）少なくとも、基板上に非結晶質半導体膜を成膜する工程と基板に強光またはレーザ光を照射する工程を有し、非結晶質半導体膜の膜厚が部分的に異なる半導体薄膜とすることにより、膜厚分布がある部分をレーザ結晶化することにより、熱分布が生じ、シリコン結晶の大粒径化が可能となった。

（請求項4）請求項3に記載の半導体薄膜であって、非結晶質半導体膜の膜厚が厚い部分の少なくとも一部に頂点となる部分が存在するあるいは、膜厚が薄い部分の少なくとも一部に最も薄い点が存在する半導体薄膜とすることにより、膜厚分布ある部分をレーザ結晶化した場合の熱分布が明確に規定され、大粒径シリコン結晶の形成位置が規定できるようになった。

（請求項5）請求項3に記載の半導体薄膜であって、非結晶質半導体膜の膜厚が厚い部分の形状が少なくとも一部に尖った形状を有する、たとえばひし形である半導体薄膜とすることにより、膜厚分布ある部分をレーザ結晶化した場合の熱分布が明確に規定され、大粒径シリコン結晶の形成位置が規定できるようになった。

（請求項6）請求項3から5に記載の半導体薄膜の製造方法であって、非結晶質半導体膜の段差部分がテーパ形状であり、段差部分の長さが0.5 μ m以上である半導体薄膜とすることにより、膜厚分布がある部分をレーザ結晶化した場合の、熱分布がゆるやかになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成できるようになった。

【0012】半導体薄膜の製造方法として、以下の手段をとった。

（請求項7）非結晶質半導体膜表面に、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層部を設け、その上からドライエッチング法によりエッチングすることで、上記非結晶質半導体膜表面に複数の凹凸部分を形成する請求項3から6に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、

より、大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置することが可能となった。

(請求項 8) 感光レジスト層をコートし、露光・現像・剥離し、帯状、方形あるいはそれに類似のレジストパターンを形成後、前記感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力を利用して、なだらかな段差部を有するレジストパターンを形成する請求項 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置することが可能となった。また、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層を容易に形成することができるようになった。

(請求項 9) 感光レジスト層をコートし、露光・現像・剥離し、円形あるいはそれに類似のレジストパターンを形成後、前記感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力を利用して、球面状の凸部を有するレジストパターンを形成する請求項 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、頂点を有する膜厚分布を面内に多数形成することが容易になり、明確に規定された位置に大粒径シリコン結晶を形成できるようになった。

(請求項 10) 感光レジスト層をコートし、露光・現像・剥離し、形状が少なくとも一部に尖った形状、たとえばひし形あるいはそれに類似の形状のレジストパターンを形成後、前記感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力を利用して、球面状の凸部を有するレジストパターン形成する請求項 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、頂点を有する膜厚分布を面内に多数形成することが容易になり、明確に規定された位置に大粒径シリコン結晶を形成できるようになった。

(請求項 11) 照射光の位相を変化させる露光マスク、たとえば部分的に厚さが異なる光透過性の膜および板を用いて、感光レジストを露光し、現像することにより、膜厚差を有するレジスト膜を形成し、その上から、エッチングすることにより、膜厚差のある半導体薄膜を形成する請求項 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置することが可能となった。また、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層を容易に形成することができるようになった。

(請求項 12) 感光レジストに対して露光する工程で、照射光のピントがずれるように光路を設計した露光器を用いて、感光レジストを露光し、現像することにより、膜厚差を有するレジスト膜を形成し、その上から、エッチングすることにより、膜厚差のある半導体薄膜を形成する請求項 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置することが可能となった。また、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層を容易に形成することができるようになった。

(請求項 13) 感光レジストに対して露光する工程で、開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いて、感光レジストを露光し、現像することにより、膜厚差を有するレジスト膜を形成し、その上から、エッチングすることにより、膜厚差のある半導体薄膜を形成する請求項 6 に記載の半導体薄膜の製造方法大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置することが可能となった。また、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層を容易に形成

することができるようになった。

（請求項 1 4）膜厚が部分的に異なる非結晶質半導体膜に対し、膜厚が変化している部分に対し、部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を照射して、結晶化する半導体薄膜の製造方法とすることにより、さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成することが可能となった。

（請求項 1 5）開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いて、部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を照射する請求項 1 4 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成することが可能となった。

（請求項 1 6）照射光の位相を変化させる露光マスクを用いて、部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を照射する請求項 1 4 に記載の半導体薄膜の製造方法さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成することが可能となった。

（請求項 1 7）感光レジストに照射する工程で用いる露光マスクと半導体膜結晶化の工程で用いる露光マスクが同一または、近い光量分布を有する請求項 1 4 から 1 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成することが可能となった。

（請求項 1 8）感光レジストに照射する工程で用いる露光マスクと半導体膜結晶化の工程で用いる露光マスクが強弱が反対の光量分布を有する請求項 1 4 から 1 6 に記載の半導体薄膜の製造方法とすることにより、さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成することが可能となった。

（請求項 1 9）ひし形あるいは円形状または類似の形状の膜厚が厚い部分を有する非晶質半導体膜に対して、帯状に光量強度分布を有する強光またはレーザ光を照射することにより、結晶質半導体膜を作成する半導体薄膜の製造方法とすることにより、さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を明確に位置を規定して形成することが可能となった。

（請求項 2 0）半導体層内の膜厚が部分的に異なる T F T とすることにより、レーザ結晶化時に熱分布が生じ、シリコン結晶の大粒径化が可能となった。また、各 T F T の半導体層内に膜厚分布が存在することにより、シリコン結晶の粒径のバラツキが減少し、T F T の特性が安定した。

（請求項 2 1）半導体層内のチャンネルが形成される領域の半導体膜厚が部分的に異なる T F T とすることにより、レーザ結晶化時の熱分布が生じ、シリコン結晶の大粒径化が可能となった。また、各 T F T のチャンネル領域内に膜厚分布が存在することにより、シリコン結晶の粒径のバラツキが減少し、T F T の特性が安定した。

（請求項 2 2）請求項 2 0 および 2 1 に記載の T F T の製造方法であって、半導体膜の段差部分がテーパ形状であり、段差部分の長さが 0. 5 μm 以上である T F T とすることにより、

より、レーザ結晶化時の熱分布がゆるやかになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成できるように、TF Tの特性が安定した。

(請求項23) 請求項20および21に記載のTF Tであって、半導体膜の膜厚が厚い部分の少なくとも一部に頂点となる部分が存在するあるいは半導体膜の膜厚が薄い部分の少なくとも一部に最も薄い点が存在するTF Tとすることにより、レーザ結晶化時の熱分布が明確に規定され、大粒径シリコン結晶の位置とTF Tの位置を明確に一致させることが可能となり、TF Tの特性が向上し、バラツキが低下した。

(請求項24) 請求項20および21に記載のTF Tであって、半導体膜の膜厚が厚い部分の上部から見た形状が少なくとも一部に尖った形状を有する、たとえばひし形であるTF Tとすることにより、レーザ結晶化時の熱分布が明確に規定され、大粒径シリコン結晶の位置とTF Tの位置を明確に一致させることが可能となり、TF Tの特性が向上し、バラツキが低下した。

(請求項25) 請求項7から19に記載の半導体薄膜の製造方法を用いるTF Tの製造方法とすることにより、大粒径のシリコン結晶を形成できるように、TF Tの特性が安定した。

(請求項26) 非結晶質半導体膜表面に、膜厚が部分的に異なる感光レジスト層部を設け、その上からドライエッチング法によりエッチングすることで、上記非結晶質半導体膜表面に複数の凹凸部分を形成し、同時に、半導体薄膜にフォト工程用のキーパターンを形成する請求項25に記載のTF Tの製造方法とすることにより、レーザ結晶化時の熱分布を生じる位置が明確に規定され、大粒径シリコン結晶の位置とTF Tの位置を明確に一致させることが可能となり、TF Tの特性が向上し、バラツキが低下した。

(請求項27) 半導体層内の膜厚が部分的に異なる請求項20から24に記載のTF Tを用いる液晶表示装置とすることにより、膜厚分布ある部分をレーザ結晶化することにより、熱分布が生じ、シリコン結晶の大粒径化が可能となった。また、各TF Tの半導体層内に膜厚分布が存在することにより、シリコン結晶の粒径バラツキが減少し、TF T特性が安定し、液晶表示装置を高精細にすることが可能となり、歩留まりが向上した。

(請求項28) 請求項25および26に記載のTF Tの製造方法を用いる液晶表示装置の製造方法とすることにより、大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置し、また、大粒径シリコン結晶の位置にTF Tを形成することが可能となり、シリコン結晶の粒径バラツキが減少し、TF T特性が安定し、液晶表示装置を高精細かつ、歩留まりの高い液晶表示装置を製造することが可能となった。

(請求項29) 半導体層内の膜厚が部分的に異なる請求項20から24に記載のTF Tを用いるEL表示装置とすることにより、膜厚分布がある部分をレーザ結晶化することにより、熱分布が生じ、シリコン結晶の大粒径化が可能となった。また、各TF Tの半導体層内に膜厚分布が存在することにより、シリコン結晶粒径のバラツキが減少し、TF Tの特性が安定し、EL表示装置の輝度を向上することが可能となり、歩留まりが向上した。

(請求項30) 請求項25および26に記載のTFTの製造方法を用いるEL表示装置の製造方法とすることにより、さらにレーザ結晶化時の膜内の熱分布を制御できるようになり、さらに大粒径のシリコン結晶を形成することが可能となり、TFTの移動度等の特性がさらに向上し、EL表示装置の輝度をさらに向上することが可能となり、歩留まりが向上した。

【0013】以下、本発明の作用について説明する。

【0014】感光レジストに対する露光と、非晶質半導体に対する溶融結晶化が同一装置で行う露光装置の作用を説明する。従来レーザアニール装置は、一様にレーザ光を非晶質半導体膜に対して照射する方式であったが、本特許に示すように、露光マスク、位相シフトマスクを使用し、光の位置および強度を制御する方式をとる方が好ましい。また、露光装置に対する要求も、露光量の位置制御し、場所的に変化させるグレートーン技術が要求されている。この2つの装置に要求される内容は同じであるので、同一の装置により実現した。また、レーザ結晶化に用いる波長はシリコンに対する吸収率が、高い波長が500nm以下であることが効率がよく、無用にガラス基板を加熱せず、好ましい。感光レジスト露光に対しても、高い波長が500nm以下で問題はない。また、光源をレーザ光とすることにより、位相シフト技術が効果的に利用することが可能となり、場所的に光量の強弱をつけることが容易になる。

【0015】非結晶質半導体膜の膜厚が部分的に異なる非晶質半導体薄膜に対して、レーザ光を照射し、多結晶シリコン膜を形成する半導体薄膜の作用を説明する。膜厚分布ある部分をレーザ結晶化することにより、熱分布が生じ、非晶質半導体薄膜が溶融し、結晶化する時点の固化開始のタイミングが場所的に連続的にズレる。これにより、結晶成長の起点が限定され、また、連続的に結晶が成長していくことにより、シリコン結晶の大粒径化が起こる。大粒径結晶を形成するためには、膜厚の段差部分がなめらかに膜厚が変化していることが好ましく、狙いの粒径に近い、段差部のテーパ形状を形成しなくてはならない。1 μ m以上の大粒径結晶を形成するためには、段差部分の長さが0.5 μ m以上とする必要がある。また、非晶質半導体膜の膜厚差を設ける場合に頂点となる部分を形成することにより、結晶化時に頂点の部分が最初に固化し、結晶成長の起点となる。頂点を設けることにより、結晶が形成される位置を明確に規定することが可能となる。

【0016】次に、上記に示した半導体薄膜の製造方法の作用を説明する。感光レジスト層のパターンを形成し、その上からドライエッチング法で、非晶質半導体層を膜厚の一部を削ることにより、上記の膜厚分布の存在する非晶質半導体層を形成することができる。また、感光レジスト層のパターンを形成する工程で、開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いることにより、感光レジストに照射される光量を制御することが可能となり、残存するレジストの端部をなめらかなテーパ形状に形成することができる。その上からドライエッチングすることにより、非晶質半導体膜の断差部分のテーパ形状がなめらかに変化するように形成される。また、感光レジスト層のパターンを形成する工程で、照射

光の位相を変化させる露光マスクを用いる方法によっても同様に感光レジストに照射される光量を制御することが可能であり、断差部分のテーパー形状がなめらかに変化するように形成することができる。位相を変化させる露光マスクとしては、部分的に厚さが異なる光透過性の膜および板を用い、照射光の位相を変化させる方式が、マスクを容易に作成できる。さらになめらかなレジストパターンの端部形状を得るために、レジストパターンを形成後、感光レジストの軟化温度以上に加熱することで、前記感光レジストの表面張力により、なめらかに膜厚が変化するパターンが形成される。この場合、レジストパターンを円形あるいはそれに類似の形状で形成しておくことにより、頂点を有する球面状の凸部の形のレジストパターンを形成することができる。このパターンをドライエッチすることにより、上記の頂点を有する膜厚分布のある非晶質半導体薄膜を容易に作成することができる。

【0017】また、膜厚分布がないあるいは小さい非晶質半導体薄膜に対して部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を照射することによっても、大粒径シリコン結晶を形成することができる。開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いて、強光またはレーザ光を照射する結晶化を行なうことにより、溶融時の熱分布をなめらかに制御することが可能であり、大粒径シリコン結晶を形成することが可能となる。

【0018】さらに、膜厚分布のある非晶質半導体薄膜に対して、部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を照射することにより、溶融時の熱分布をさらになめらかに制御することが可能であり、大粒径シリコン結晶を形成することが可能となる。開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いて結晶化を行なうことにより、容易に部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を得ることができる。また、照射光の位相を変化させる露光マスクを用い結晶化を行なうことにより、同様に容易に部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を得ることができる。非晶質半導体膜のフォト工程で用いる露光マスクおよび場所的な露光量分布と結晶化工程で用いる露光マスクおよび場所的な露光量分布は一致（近似）または逆転させることにより、結晶化時の熱量分布を有効に制御することができ、大粒径シリコン結晶を形成することができる。

【0019】上記、半導体薄膜を用いて作成したTF Tの作用を説明する。半導体層内の膜厚が部分的に異なる非晶質半導体膜をレーザ結晶化した大粒径シリコン結晶を有する半導体薄膜を用いてTF Tを形成することにより、主に結晶粒界に存在する欠陥が減少またはなくなり、移動度をはじめとするTF T特性が向上する。また、TF Tに低濃度不純物領域（LDD領域）またはオフセット領域を作成するが、このLDD領域またはオフセット領域の結晶粒径が大きくなる、あるいは単結晶となることにより、TF Tに電流が流れたときに、欠陥をもとに半導体層を破壊していく現象が起これにくくなり、信頼性が向上する。チャンネル領域に膜厚差をもたせて、大粒径シリコン結晶を形成すると、TF T特性が向上する。TF Tのチャンネル領域およびLDD領域またはオフセット領域をすべて含む粒径の大粒径シリコン結晶を形成することが好ましいのであるが、半導体膜厚の段差部分

と同様にして、大粒径シリコン結晶を含む半導体薄膜を形成することができる。

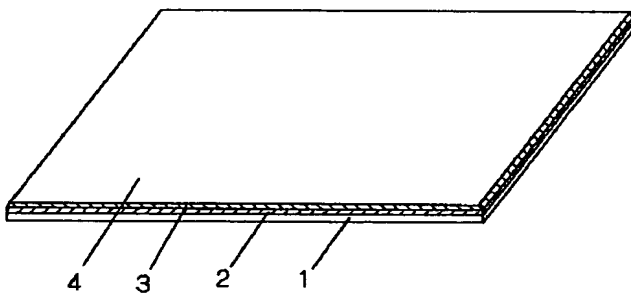
【0122】膜厚分布のないあるいは少ない非晶質半導体膜に対して、部分的に異なる光量の強光またはレーザ光を照射する方式を結晶化時に開口部の面積を部分的に変化させた露光マスクを用いることにより、部分的に異なる光量を容易にかつ正確に照射することができる。

【0123】また、フォトおよびエッチング工程により、非晶質半導体膜に膜厚分布を形成する工程で、同時に、後ろのフォト工程用のキーパターンを形成することにより、大粒径シリコン結晶を基板面内に多数配置し、大粒径シリコン結晶の位置にTFTを正確に形成することが可能となり、また大粒径シリコン結晶とTFTを形成する位置の合わせ精度が向上し、TFTの特性が向上し、特性バラツキが減少し、信頼性が向上する。

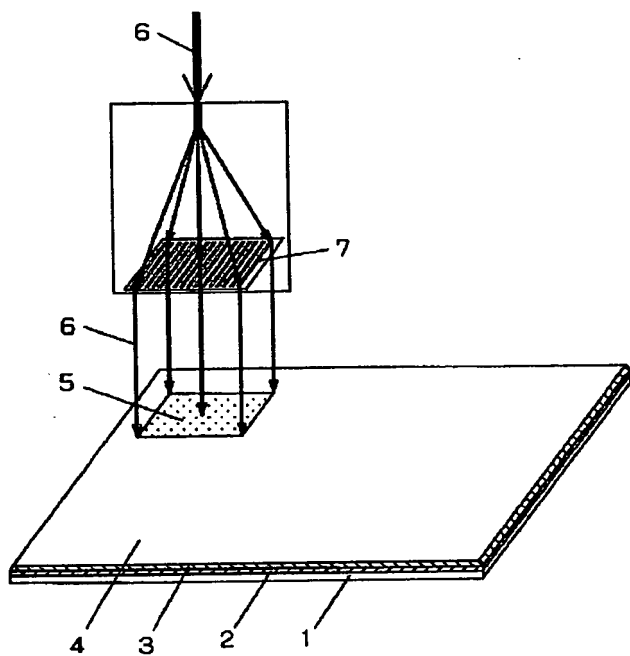
【0124】上記の大粒径シリコン結晶を含むTFTを用いた液晶表示装置の効果について説明する。上記の膜厚分布または光量分布を用いて、大粒径シリコン結晶を形成したTFTを用いて、液晶表示装置を形成することにより、精細度が高い設計が可能になる。また、画面輝度の一様性が高まる、歩留まりが向上する。液晶表示装置の信頼性が向上する。

【0125】上記の大粒径シリコン結晶を含むTFTを用いたEL表示装置の効果について説明する。上記の膜厚分布または光量分布を用いて、大粒径シリコン結晶を形成したTFTを用いて、EL表示装置を形成することにより、EL表示装置の輝度が向上する。画面輝度の一様性が高まる、歩留まりが向上する。EL表示装置の信頼性が向上する。

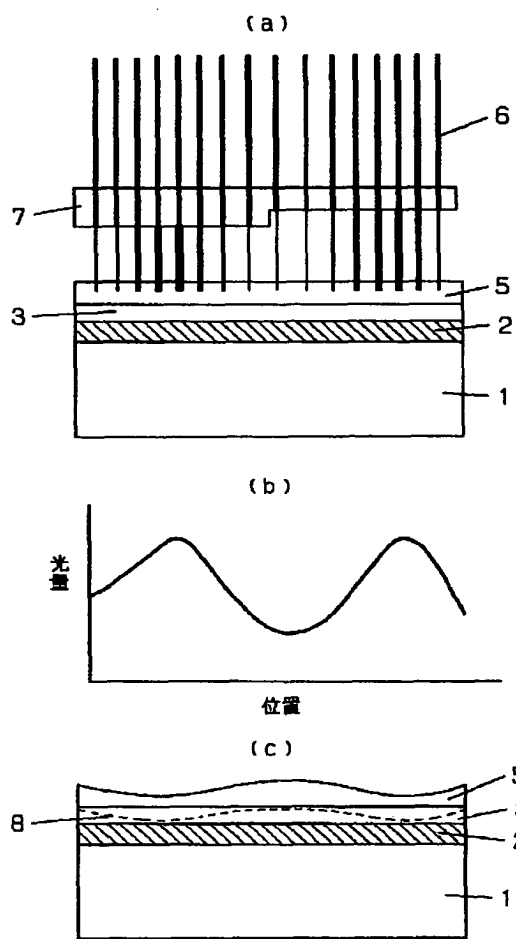
【図1】



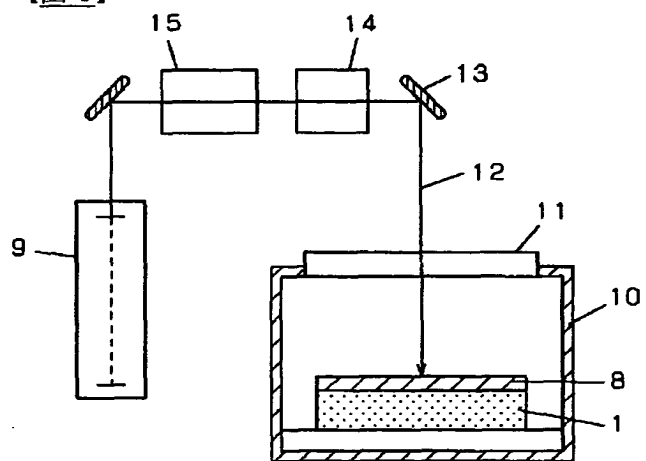
【図2】



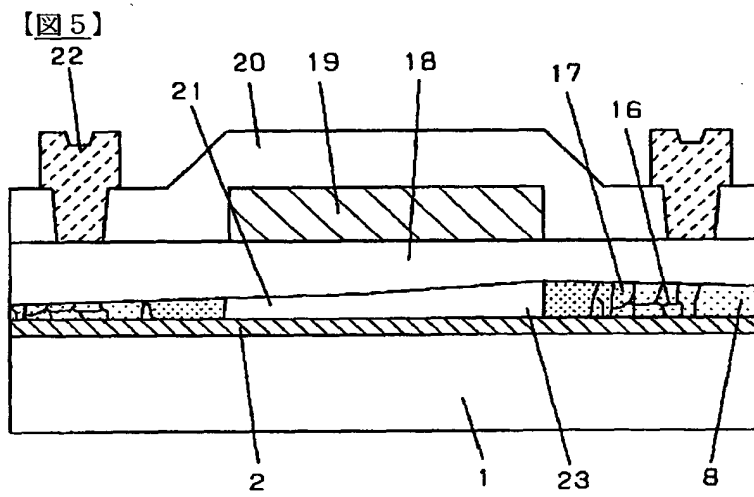
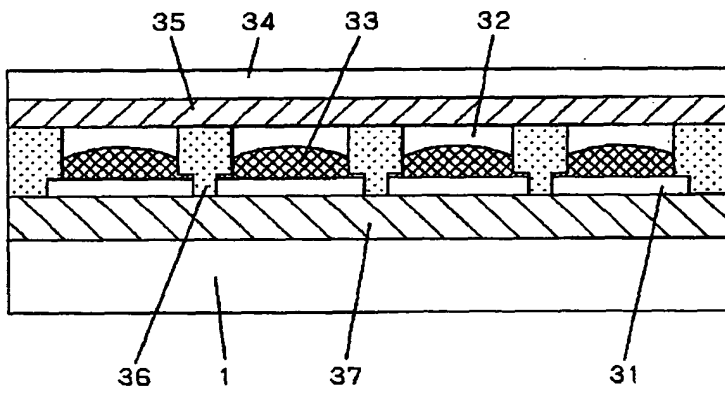
【图3】



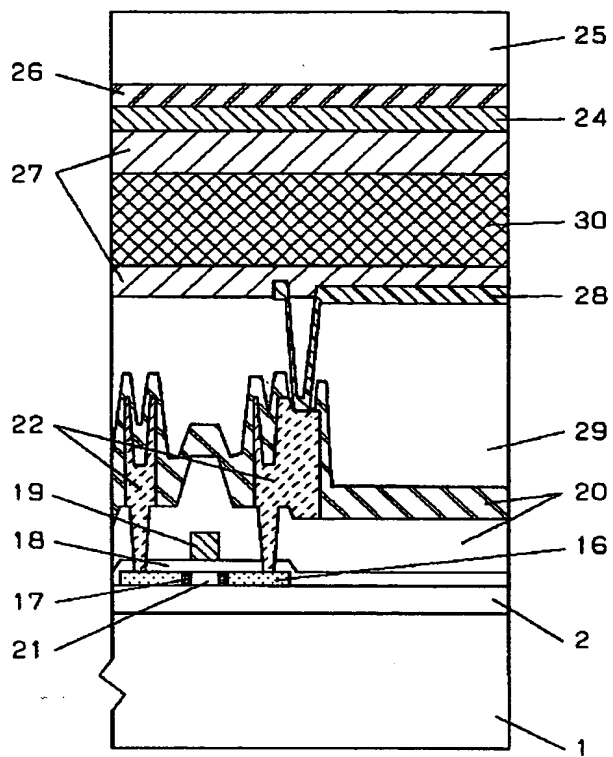
【图 4】



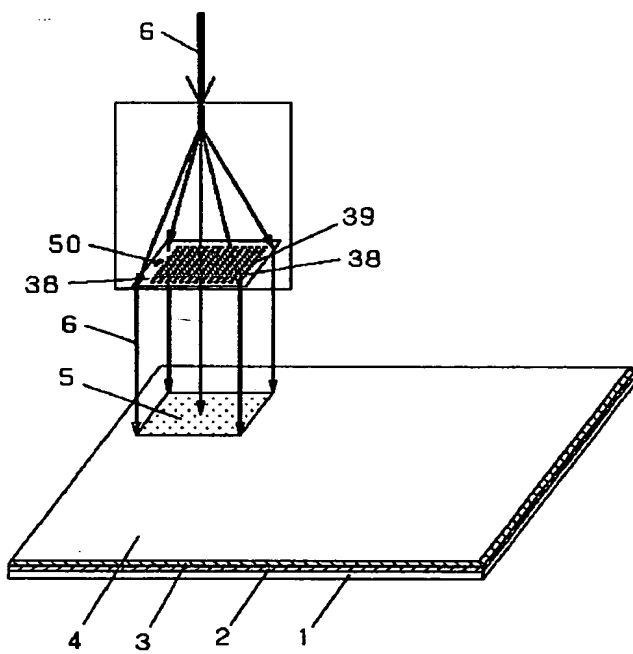
【图 7】



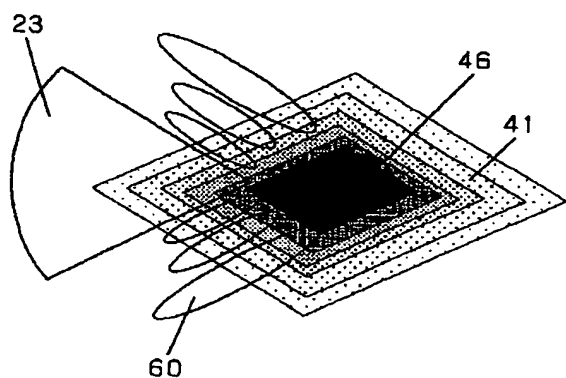
【図6】



【图 8】

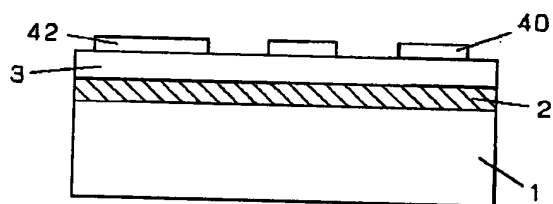


【图 12】

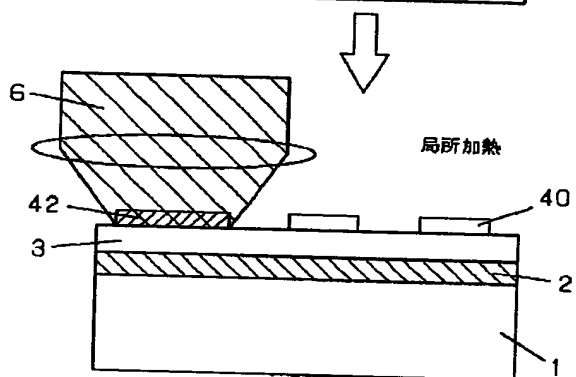


【図9】

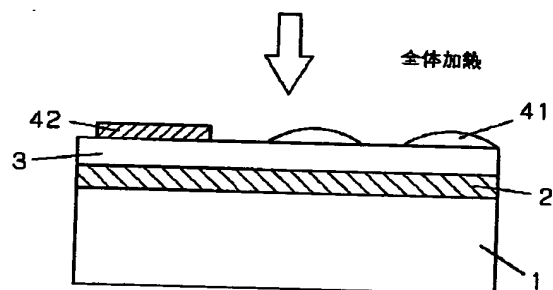
(a)



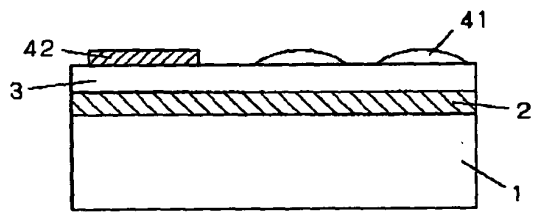
(b)



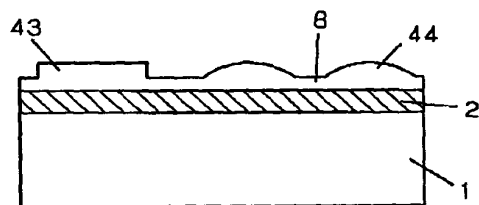
(c)



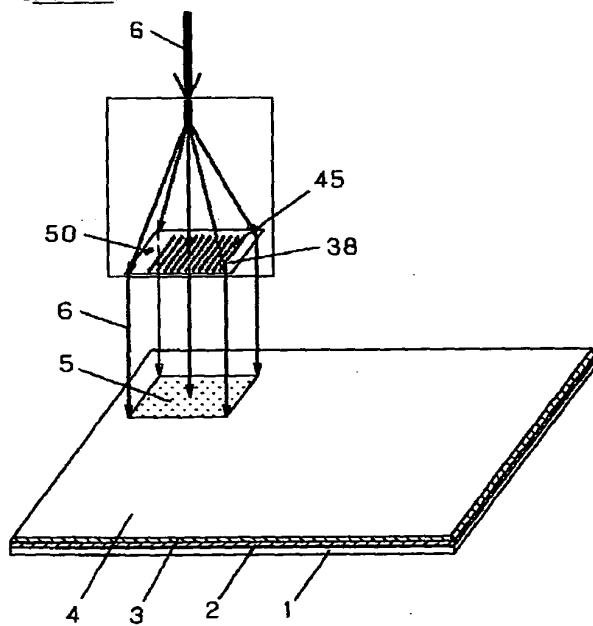
【図10】



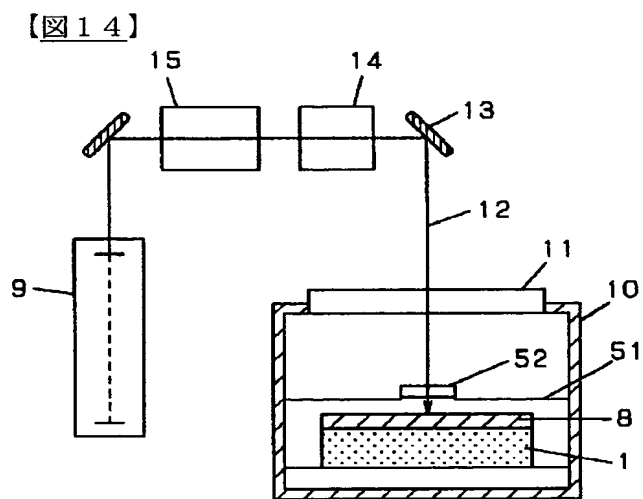
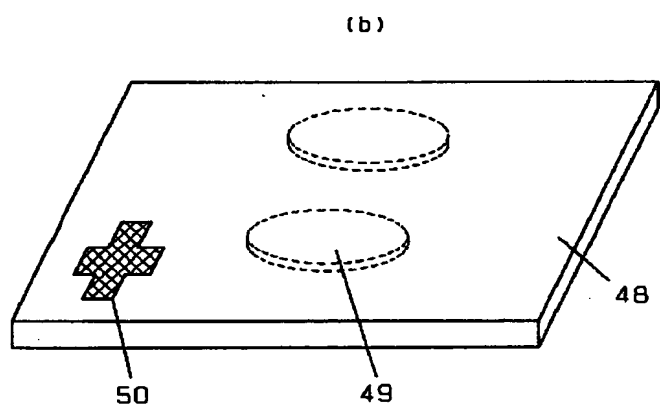
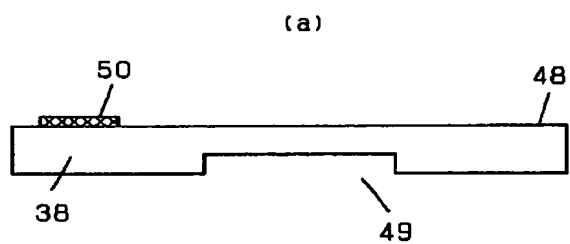
↓ ドライエッチ



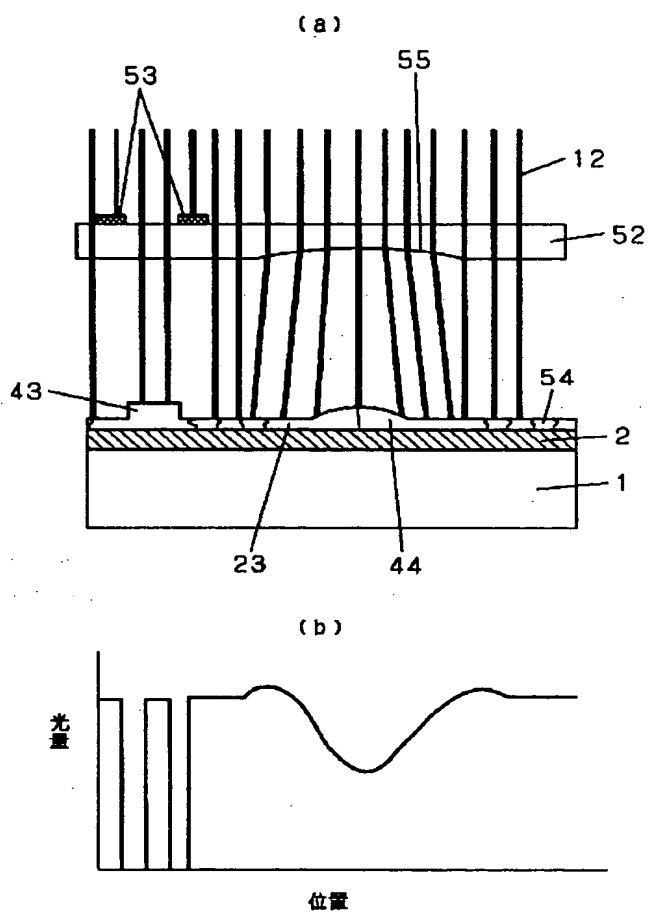
【図11】



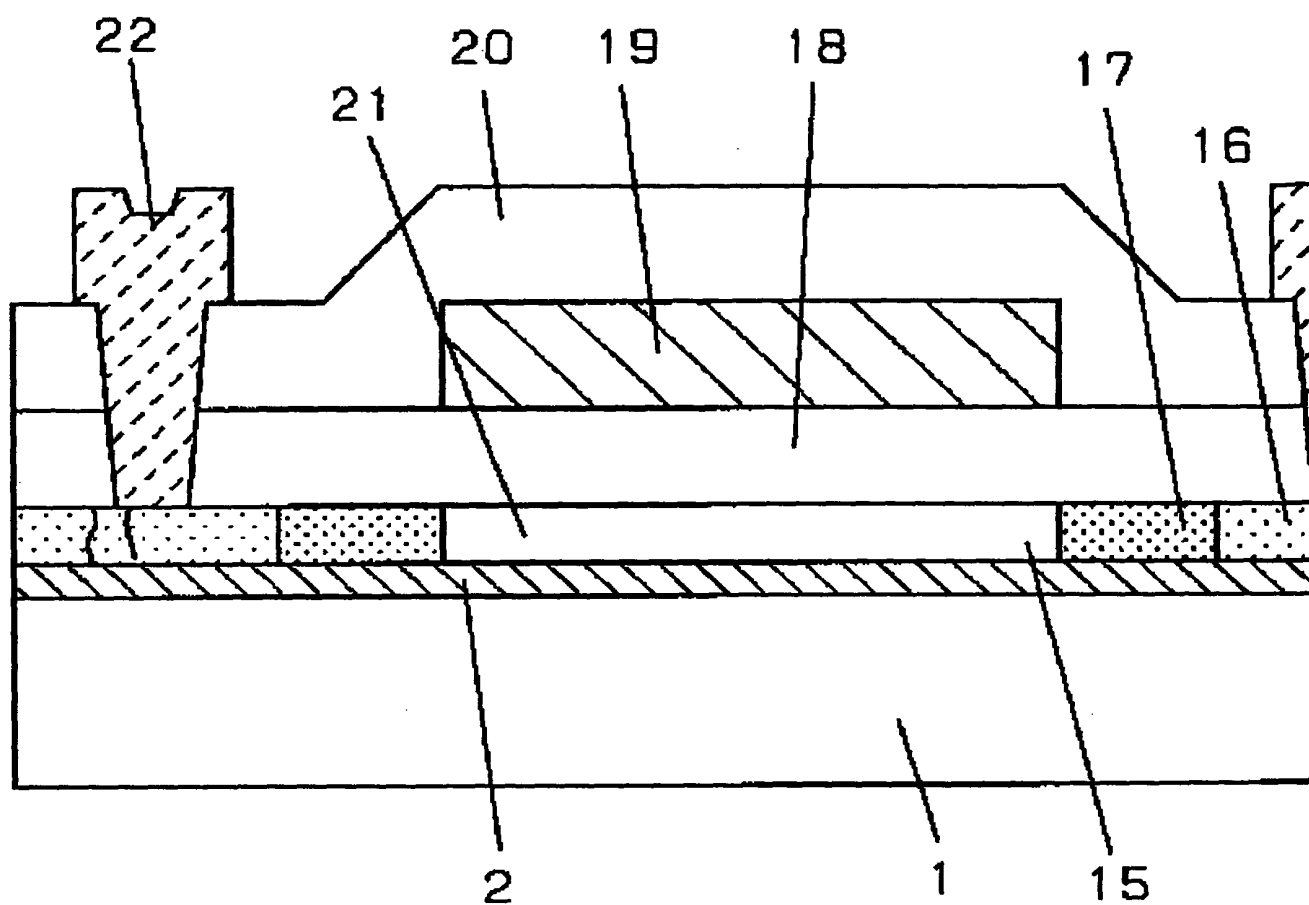
【図13】



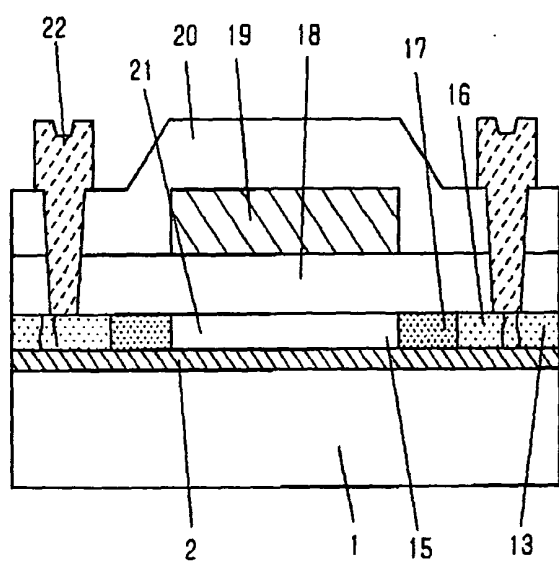
【図 1 5】



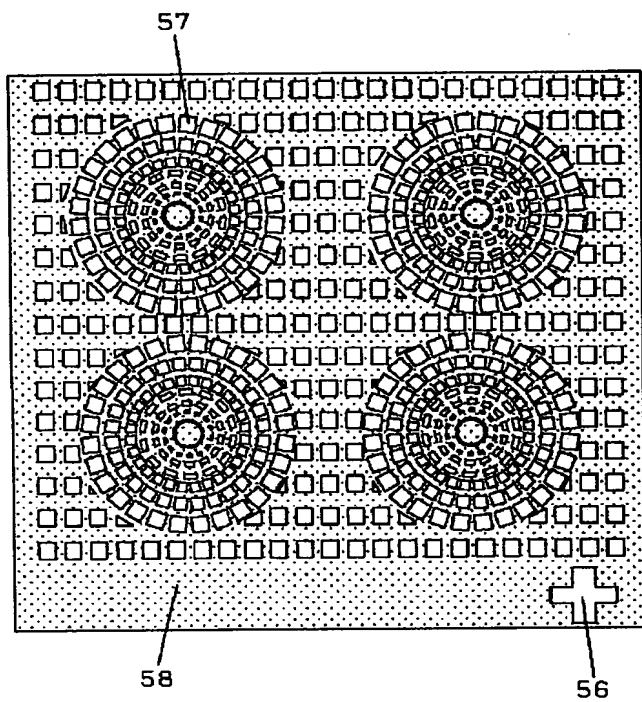
【图 16】



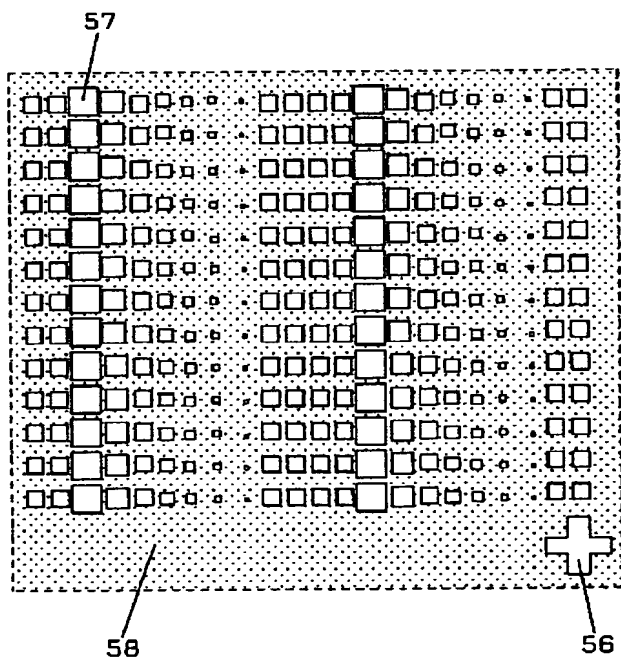
【図 2 2】



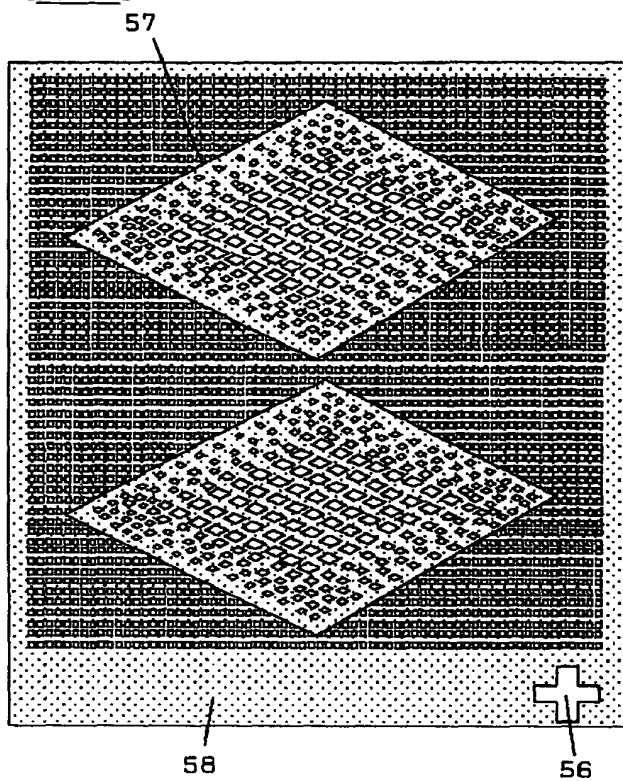
【図17】



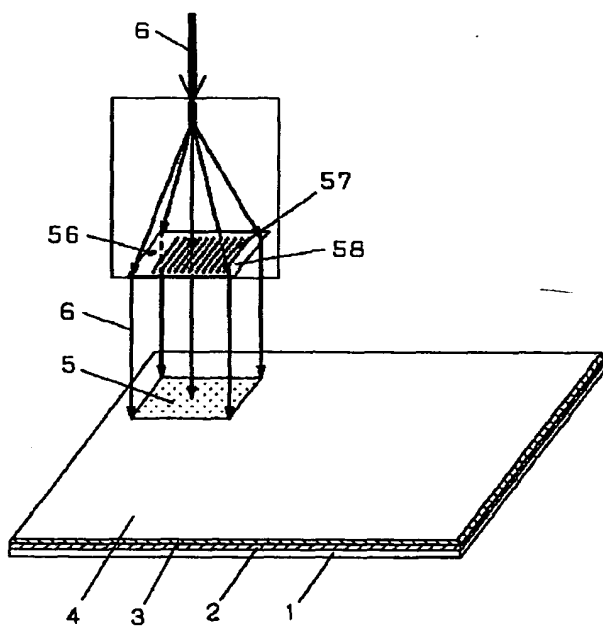
【図18】



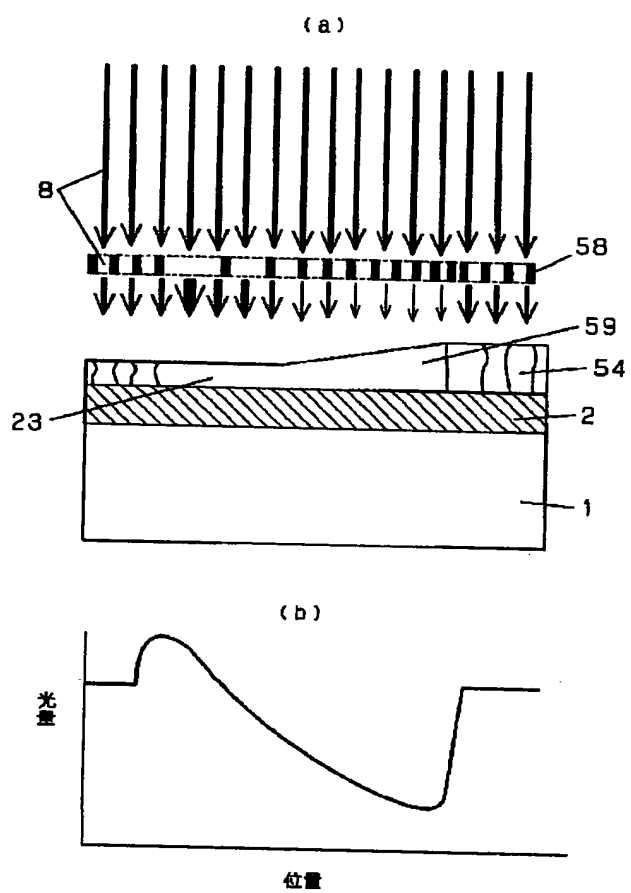
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【图 2 3】

7

